UNTERSUCHUNGEN

UEBER DIE

LETZTEN ENDIGUNGEN DER MOTORISCHEN NERVEN

IM

QUERGESTREIFTEN MUSKEL

UND IHR VERHALTEN

NACH DER DURCHSCHNEIDUNG DER NERVENSTÄMME.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

UNTER DEM PRÄSIDIUM DES KGL. UNIVERSITÄTSPROFESSORS HERRN

DR. HUGO v. ZIEMSSEN,

KGL. OBERMEDICINALRATHS UND DIRECTORS DES KRANKENHAUSES L/J.

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT ZU MÜNCHEN VORGELEGT

VON

HERMANN GESSLER,

I. ASSISTENT DES MED.-KLIN. INSTITUTES IN MÜNCHEN.

MIT 2 TAFELN.

LEIPZIG,

DRUCK VON J. B. HIRSCHFELD.

1883.

UNTERSUCHUNGEN

UEBER DIE

LETZTEN ENDIGUNGEN DER MOTORISCHEN NERVEN

IM

QUERGESTREIFTEN MUSKEL

UND IHR VERHALTEN

NACH DER DURCHSCHNEIDUNG DER NERVENSTÄMME.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

UNTER DEM PRÄSIDIUM DES KGL. UNIVERSITÄTSPROFESSORS HERRN

DR. HUGO v. ZIEMSSEN,

KGL. OBERMEDICINALRATHS UND DIRECTORS DES KRANKENHAUSES I./J.

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT ZU MÜNCHEN VORGELEGT

VON

HERMANN GESSLER,

I. ASSISTENT DES MED.-KLIN. INSTITUTES IN MÜNCHEN.

LEIPZIG,

DRUCK VON J. B. HIRSCHFELD.

1883.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554602_0141

In seinen *Leçons sur l'histologie du système nerveux* hat Ranvier eine ausführliche Geschichte der Nervenendplatte oder, wie es nach diesem Autor richtiger heissen soll, der „*Arborisation terminale*“ geschrieben, die zusammengenommen mit den Berichtigungen Cohnheim's[1]) und der Monographie Kühne's[2]) eine Zusammenstellung der historischen Daten meinerseits als eine überflüssige Wiederholung erscheinen lassen dürfte.

Ich gehe daher direct zu meinen eigenen Untersuchungen über, die sich unter den Kaltblütern auf die grüne italienische Eidechse und unter den Warmblütern auf das Meerschweinchen beschränkt haben. Der Wahl dieser Thiere lag die Absicht zu Grunde, die Nervenendigungen der Warm- und Kaltblüter in möglichst gleichartigen Formen zu untersuchen, um bei den Degenerationsversuchen wenigstens mit einigermaassen analogen Verhältnissen rechnen zu können. Zur Untersuchung wurden so ziemlich alle bis jetzt bekannten Methoden verwandt; doch habe ich mich im späteren Verlauf meiner Arbeit mit Vorliebe einer modificirten Goldmethode und der Pikrocarmin-Osmiumsäurefärbung Ranvier's bedient. Ich werde nun im Folgenden, ehe ich zu den Degenerationsversuchen übergehe, eine ausführlichere Schilderung des normalen histologischen Befundes, wie er sich mir dargestellt hat, geben.

---

1) Zur Geschichte der motorischen Nervenendigung. Virchow's Archiv. Bd. 74.

2) Nerv und Muskelfaser. Stricker's Handbuch der Gewebelehre. Cap. V.

A. Grüne italienische Eidechse.

Zur Untersuchung wurden ausschliesslich Muskelfasern aus dem M. gastrocnemius oder den Oberschenkelmuskeln verwandt. Dieselben wurden dem lebenden Thiere entnommen und nach Ranvier's Vorschrift isolirt. Die erste Untersuchung erfolgte ohne jeglichen Zusatz oder in Kochsalzlösung von 0,5 Proc. Mittelst dieser Methoden konnte ich die Terminalfaser nur bis zu ihrem Herantritt an das Sarkolemm verfolgen, eine weitere Fortsetzung oder Verästelung dagegen entweder gar nicht oder nur ganz undeutlich erkennen. Dagegen waren die *Noyaux fondamentaux* mit ihren glänzenden Kernkörperchen inmitten einer feingranulirten Masse deutlich zu sehen. Aehnlich erging es mir mit Ranvier's Drittelalkohol, der nach diesem Forscher eigentlich das Reagens κατ' ἐξοχήν auf die Nervenendplatten sein soll, da mittelst desselben sowohl die Endverästelung, als auch die Kerne zur deutlichsten Darstellung gelangen sollen, während bei allen anderen Methoden nur das eine oder das andere der Fall ist. Ich bin mir zwar nicht bewusst, irgend etwas von Ranvier's Vorschrift ausser Acht gelassen zu haben, habe aber mit der Drittelalkoholmethode nichts Anderes erreicht, als dass die Unterschiede zwischen granulirten und nicht granulirten Kernen deutlicher wurden, während die Endverästelung nach wie vor undeutlich blieb. Nichtsdestoweniger muss ich nach den Erfahrungen, die ich mit dem Golde gemacht habe, die Bilder, welche Ranvier mit dem Drittelalkohol bekam, für die richtigen halten. Bekanntlich besteht zwischen Ranvier und Kühne insofern eine Differenz, als letzterer eine gelappte, vielfach anastomosirende Figur als Endverästelung zeichnet, während ersterer die Anastomosen für Absterbephänomene erklärt und der Figur Kühne's eine viel länger gestreckte ohne jegliche Anastomosen substituirt.

Durch eine Combination der interstitiellen Osmiumsäureinjection mit dem Löwit-Fischer'schen Verfahren[1]) ist es mir nun gelungen, Bilder zu erhalten, die genau den von Ranvier mit der Drittelalkoholmethode erzielten entsprechen. Das Verfahren ist in den *Leçons* angedeutet und besteht kurz in Folgendem: In ein Muskelbündel des lebenden Thieres wird eine Injection einer 1procentigen Osmiumsäurelösung gemacht. Unmittelbar nachher wird dasselbe herausgeschnitten und in destillirtem Wasser zerfasert. Dann folgt das Löwit-Fischer'-

1) M. Löwit, Die Nerven der glatten Musculatur. Wiener akadem. Sitzungsberichte. Bd. 71. 3. Abth. April-Heft 1875. — E. Fischer, Ueber die Endigung der Nerven im quergestreiften Muskel. Med. Centralblatt. Nr. 20 und Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. 13. 1876.

sche Verfahren. Die Präparate, welche man auf diese Weise erhält, sind, soweit ich es beurtheilen kann, dauerhafte, wenigstens stellen sich dieselben jetzt nach einem Jahre, abgesehen von einer geringen Nachdunkelung, noch gerade so dar, wie vor dieser Zeit. Die Methode gibt ausserdem dem ursprünglichen Löwit'schen Verfahren an Sicherheit des Gelingens nichts nach. Das Gold kam in einer 0,2procentigen Lösung von Goldchloridkalium zur Anwendung. Die Einwirkungsdauer derselben schwankte zwischen ½ und 15 Minuten (schwache und starke Vergoldung). Zum Einschluss diente ein Gemisch von gleichen Theilen Glycerin und destillirtem Wasser mit einem kleinen Zusatz verdünnter Ameisensäure. Eine so behandelte Muskelfaser zeigt bei schwacher Vergoldung in ihrer ganzen Ausdehnung eine gleichmässig hellrothe Tinction, während die Terminalfaser sich grauviolett, die marklose Endverästelung dagegen etwas dunkler roth färbt als die Muskelsubstanz. Die Endverästelung ist continuirlich und zeigt keinerlei Anastomosen. Ihre Randpartien sind häufig etwas dunkler gefärbt als die centralen, was auf Rechnung der intensiveren Einwirkung des Goldes an der Peripherie kommen dürfte.

Die eigentliche Endplatte, um diesen einmal eingebürgerten Ausdruck beizubehalten, wird gebildet durch eine dunkelgefärbte granulirte Masse, die ohne scharfe Abgrenzung in die Muskelsubstanz übergeht und ihrerseits wieder granulirte Kerne zeigt. Man sieht also bei schwacher Vergoldung die Kerne der Endplatte wenigstens theilweise. Figur 1 der beigegebenen Tafeln zeigt eine Nervenendigung der grünen italienischen Eidechse bei schwacher Vergoldung. Der terminale Axencylinder ist hier — und dies ist bei schwacher Vergoldung fast immer der Fall — in Folge der Einwirkung der Osmiumsäure stark gequollen (siehe Nachweis von Kühne). Die acht sichtbaren Kerne sind sämmtlich granulirt. Wahrscheinlich kommen auf diese Weise nur die schon vorher granulirten Kerne zur Darstellung, die viel dauerhafter sind als die nicht granulirten, während letztere entweder einfach unsichtbar bleiben, oder in Folge der Säurewirkung zerfallen. Vielleicht kommt auch ein Theil der granulirten Substanz auf Rechnung des Zerfalls von *Noyaux fondamentaux*.

Wendet man eine starke Vergoldung an, wie dies in Figur 3 der Fall war, so sind zwar weder Kerne der Endplatte, noch Muskelkerne sichtbar, das ganze Bild der Endverästelung wird aber ein viel prägnanteres. Die Muskelsubstanz ist dann ganz dunkelroth gefärbt, während die Terminalfaser und die Endverästelung fast

schwarz erscheinen. Bei starker Vergoldung zeigt auch die Endverästelung nie die starke Quellung wie bei schwacher. Figur 2 stellt eine Profilansicht einer Endplatte, Figur 4 einen Querschnitt dar, auf Grund dessen ich mich für eine intrasarkolemmatöse Endigungsweise der Nerven im quergestreiften Muskel entscheiden möchte, wenn ich auch die Behauptung Arndt's [1], „dass es kaum eine Ansicht gebe, welche er nicht bestätigen könne, und keine, welcher er unbedingt beipflichten müsse", wenigstens in Bezug auf die Lage der Nervenendigungen nicht so absurd finden kann, als sie auf den ersten Blick erscheint. In der That wird man in der Mehrzahl der Fälle zweifelhaft bleiben müssen, ob die Nervenendigungen ausserhalb oder innerhalb des Sarkolemms liegen und nur durch einige wenige Präparate dazu geführt werden, für die eine oder andere Ansicht Partei zu ergreifen. Trifft dies schon für die Querschnittsbilder zu, die noch am besten für die Entscheidung dieser Frage geeignet sind, so ist es in erhöhtem Maasse bei den Profilansichten der Fall.

Durch die unvermeidliche Zerrung, welche die Nervenendigungen bei der Isolirung der einzelnen Muskelfasern erfahren, wird die Endplatte künstlich zu dem, was man Doyère'schen Nervenhügel genannt hat, verunstaltet, wie Wolff [2] richtig bemerkt, und eben dieser Hügel ist es, der einen Schluss auf die Lage der Nervenendigung meist unmöglich oder von mehr oder minder subjectiven Voraussetzungen abhängig macht. Hierauf dürfte es auch zurückzuführen sein, dass zwei Autoren wie Kühne und Krause [3] zu so entgegengesetzten Ansichten in Bezug auf die Lage der Nervenendigungen kommen konnten.

Einen anderen Typus der Endverästelung als den in Figur 1—3 gezeichneten konnte ich nie constatiren, insbesondere ist es mir nie gelungen, die von Tschiriew [4] beschriebenen *Terminaisons en grappes* darzustellen.

Es ist vielfach über den Werth des Goldes für die Darstellung der Nervenendigungen im quergestreiften Muskel gestritten worden und manche Autoren haben auf Grund sehr ungünstiger oder absolut negativer Resultate ein sehr absprechendes Urtheil über seine An-

1) Untersuchungen über die Endigungen der Nerven in den quergestreiften Muskelfasern. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. IX.

2) Ueber Nervenendigungen im quergestreiften Muskel. Archiv für mikroskop. Anatomie. 1881.

3) W. Krause, Ueber die Endigung der Muskelnerven. Henle-Pfeufer's Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe. Bd. 18. 1863.

4) Sur les terminaisons nerveuses dans les muscles striés. Archives de physiologie normale et pathologique. II. Série. T. VII.

wendbarkeit gefällt. Keiner derselben ist jedoch in der Negation so weit gegangen, wie Wolff in seiner schon citirten Arbeit. Da der genannte Autor weder mit Gold, noch mit den Methoden von Kühne und Ranvier eine marklose Endverästelung der Terminalfaser darstellen konnte, so erklärt er die Goldbilder für Artefacte und die Figuren Kühne's und Ranvier's für Producte optischer Täuschungen.

Ich habe nun allerdings selbst weder mit Kochsalz, noch mit Drittelalkohol eine Endverästelung erkennen können, möchte mich aber deshalb doch nicht erdreisten, das, was ein Kühne und ein Ranvier sagen, als Täuschung zu bezeichnen. Es gehört eben hierzu eine solche Meisterschaft in der Handhabung des Mikroskops und der mikroskopischen Technik, wie sie nur den berufensten Histologen eigen sein kann. Wohl aber erlaube ich mir ein Wort zu reden über die Goldmethode. Die in Figur 1—3 gezeichneten Bilder sind in Hunderten von Versuchen wiedergekehrt; etwas, was sich so typisch wiederholt, ist kein Artefact und ist es vollends nicht, wenn es, wie ich bei Gelegenheit der Nervendurchschneidung erörtern werde, von einer gewissen Zeit ab verschwindet. Für mich ist eine Endverästelung der Terminalfaser, und zwar eine marklose, über jeden Zweifel erhaben.

Ich gehe nun zu dem zweiten von mir benutzten Tinctionsverfahren, der Combination der interstitiellen Osmiumsäureinjection mit der Pikrocarminfärbung, über. Eine Schilderung des Verfahrens ist überflüssig, da es von Ranvier aufs Genaueste beschrieben ist. Ich möchte nur bemerken, dass ich nur mit einer sehr concentrirten Pikrocarminlösung, die ich ein paar Minuten einwirken liess, günstige Resultate erzielte und dass die Präparate keine dauerhaften waren. Nach einer kürzeren oder längeren Zeit waren stets die *Noyaux fondamentaux* von den granulirten Kernen nur mehr durch ihre hellere Farbe zu unterscheiden, ein Kernkörperchen dagegen nicht mehr zu erkennen. Augenscheinlich wird hier die fixirende Wirkung der Osmiumsäure mit der Zeit durch die in der Einschlussmasse enthaltene Säure paralysirt. Während bei der Vergoldungsmethode die Kerne gar nicht oder nur theilweise sichtbar sind, ist es bei der eben besprochenen Methode die Endverästelung, von der man nichts sieht. Beide Methoden ergänzen sich also gegenseitig.

Figur 5 und 6 stellen zwei Endplatten der Eidechse mit Pikrocarmin-Osmiumsäure behandelt dar. Die Terminalfaser zeigt bis zu ihrem Uebergang in die Endplatte eine blaugraue Färbung, die Kerne

des interannulären Segmentes sind schön roth gefärbt. Die Schwann'sche Scheide lässt sich nur bis zu der Stelle verfolgen, wo die Terminalfaser abbricht. Von hier ab breitet sich eine durch Osmiumsäure grau gefärbte granulirte Masse aus, die dunkelrothe unregelmässige Kerne und blassrothe von mehr oder weniger ovaler Gestalt mit deutlichem dunkelroth gefärbtem Kernkörperchen enthält. Es sind dies die von Ranvier angegebenen *Noyaux vaginaux* und *Noyaux de l'arborisation* auf der einen und die *Noyaux fondamentaux* auf der anderen Seite. Die Anordnung der zweierlei Kerne zu einander ist in der Fläche keine gesetzmässige. Dagegen liegen die dunkelgefärbten granulirten Kerne entschieden oberflächlicher als die hellen, nicht granulirten, und an besonders gut gelungenen Präparaten kann man es direct beobachten, wie ein dunkelroth gefärbter Kern einen blassrothen theilweise deckt. Das ganze Bild der Endplatte macht dadurch den Eindruck des Vertieften, ein Umstand, der wiederum sehr für eine intrasarkolemmatöse Endigungsweise der Nerven im quergestreiften Muskel sprechen dürfte. Ausser den *Noyaux fondamentaux* mit deutlichen Kernkörperchen begegnet man häufig anderen blassrothen, unregelmässiger gestalteten Kernen ohne Kernkörperchen, von denen ich es unentschieden lassen muss, ob sie ihre Gestalt einer ungenügenden Einwirkung der Osmiumsäure verdanken, oder vielleicht im Zerfall begriffene *Noyaux fondamentaux* darstellen. In Figur 5 sind 3 solche Kerne gezeichnet. Was endlich die granulirte, durch Osmiumsäure grau gefärbte Substanz betrifft, in die die Kerne eingelagert sind, so kann ich mich entgegen der Ansicht Ranvier's nicht dazu entschliessen, dieselbe als etwas Nebensächliches zu betrachten. Ranvier ist bekanntlich zu dieser Annahme dadurch gekommen, dass beim Frosche eine solche granulirte Substanz fehlt. Da nun aber der Frosch in Bezug auf seine Nervenendigungen überhaupt eine Sonderstellung einnimmt, so kann aus dem Fehlen der granulirten Substanz bei demselben kein Schluss auf die übrigen Wirbelthiere gezogen werden. Jedenfalls haben wir es nicht mit einem zufälligen Niederschlag der Osmiumsäure zu thun, da derselbe dann auch an anderen Stellen als an der Endplatte entstehen müsste, und andererseits weist gerade die graue Färbung durch die Osmiumsäure auf das Vorhandensein einer dem Nervenmark verwandten Substanz hin. Offenbar muss ja doch an der Endausbreitung des Nerven ein reger Stoffwechsel herrschen. Für den Verlauf des Nerven haben wir in der Markscheide eine Stütz- und Nährsubstanz und in den Ranvier'schen Schnürringen, wo das Nervenmark fehlt, einen Weg

zur directen Nahrungsaufnahme aus den Gefässen. An der Endausbreitung der Terminalfaser liegt ein nackter Axencylinder von äusserster Feinheit zu Tage, der in keiner Weise gehindert ist, sich Nährstoff zu assimiliren. Dieser Nährstoff wäre eben in der durch Osmiumsäure grau gefärbten Substanz zu suchen, und wenn wir uns fragen, woher letztere stammen soll, so werden wir zu den *Noyaux fondamentaux* geführt, deren grosse Veränderlichkeit dafür spricht, dass sie keine stabilen Elemente, sondern in fortwährendem Vergehen und Werden begriffen sind, während die granulirten Kerne vermöge ihrer ungleich grösseren Dauerhaftigkeit viel mehr den Eindruck von stabilen, eigentlich nervösen Elementen machen. Es gelingt zwar nicht direct, unter dem Mikroskop den Zerfall von *Noyaux fondamentaux* zu beobachten, es sei denn, dass man nicht mit indifferenten Flüssigkeiten operirt, doch lässt sich für die hier aufgestellte Hypothese ein Umstand anführen. Versetzt man nämlich durch rasch hintereinander folgendes Oeffnen und Schliessen des constanten Stromes die Muskeln der Eidechse in Tetanus und untersucht unmittelbar nachher die Endplatten in Kochsalzlösung von 0,5 Proc., so findet man neben wohl erhaltenen *Noyaux fondamentaux* zahlreiche blasse, unregelmässige Kerne ohne Kernkörperchen, wie drei solche in Figur 5 gezeichnet sind. Die Endplatte hätte somit nicht blos eine nervöse, sondern auch eine nutritive Function und wäre in letzterer Beziehung, wie Kühne es ausgedrückt hat, ein Bildungsmaterial für das Nervengewebe.

B. Meerschweinchen.

Der Gang der Untersuchung war im Wesentlichen der gleiche wie bei der Eidechse. Leider konnte ich hier mit der Goldmethode nicht so constant günstige Resultate erzielen; in den Fällen jedoch, wo die Goldfärbung gelang, erhielt ich stets Bilder wie Figur 9, also einen Typus der Endverästelung, der sich ganz analog verhält wie derjenige der Eidechse. Zur Darstellung der Kerne habe ich mich beim Meerschweinchen lieber einer Combination der interstitiellen Osmiumsäureinjection mit der Färbung durch Bismarkbraun bedient, da hiedurch die Unterschiede zwischen den granulirten Kernen deutlicher wurden, als dies bei der Pikrocarminfärbung der Fall war. Allerdings hat die Färbung mit Bismarkbraun den Nachtheil, dass die *Noyaux fondamentaux* von einer grossen Zahl brauner Punkte erfüllt sind, während man bei Untersuchung mit Kochsalzlösung oder Drittelalkohol jegliche Granulirung vermisst, doch sind dieselben vermöge ihrer ungleich helleren Färbung sofort von den eigentlichen

granulirten Kernen zu unterscheiden. Figur 10 zeigt eine Endplatte des Meerschweinchens mit Osmiumsäure-Bismarkbraun behandelt. Das Bild ist nach dem, was bei der Eidechse gesagt ist, ohne weitere Erklärung verständlich und differirt nur insofern von den Endplatten des letztgenannten Thieres, als Alles auf einen kleineren Raum zusammengedrängt ist. Man bekommt dadurch noch viel häufiger als bei der Eidechse Gelegenheit zu beobachten, wie granulirte Kerne nicht granulirte theilweise decken, kurz: die Endplatte der Eidechse ist mehr in die Fläche, die des Meerschweinchens mehr in die Tiefe ausgedehnt.

Das Verhalten der Nervenendplatten nach der Durchschneidung der Nervenstämme.

Es haben sich bis jetzt nur sehr wenige Forscher mit dieser Frage beschäftigt. Ausser einer Arbeit von Sokolow,[1] die jedoch für uns nur von geringem Interesse sein dürfte, da sie sich auf den Frosch beschränkt, finde ich in der mir zugänglichen Literatur nur Angaben von Beale[2] und Ranvier. Während beide Autoren darin übereinstimmen, dass die Terminalfaser viel früher als das periphere durchschnittene Nervenende degenerire, bleiben nach Beale die Kerne der Endplatte unverändert, nach Ranvier dagegen zerfallen sie. Man wird sich jedoch unschwer darüber entscheiden können, auf welcher Seite das Recht ist, wenn man bedenkt, dass Ranvier[3] indifferente Flüssigkeiten zu seinen Untersuchungen verwandte, während Beale mit einer nichts weniger als indifferenten Flüssigkeit, wie seinem Carmingemisch, operirte. Ueber das Verhalten der Endverästelung finde ich bei keinem der beiden Autoren Angaben.

Meine eigenen Untersuchungen wurden in folgender Weise angestellt: Der Nervus ischiadicus wurde möglichst nahe am Foramen ischiadicum durchschnitten und mindestens ein $^1/_2$ Cm. langes Stück aus demselben resecirt. Die Degenerationsvorgänge selbst wurden sowohl bei dem Meerschweinchen als bei der Eidechse an Fasern des Musc. gastrocnemius beobachtet, indem dem lebenden Thiere an dem angegebenen Tage kleine Muskelstückchen excidirt und sofort frisch untersucht wurden. Die Thiere reagiren auf diesen kleinen Ein-

1) Sur les transformations des terminaisons des nerfs dans les muscles de la grenouille après la section des nerfs. Arch. de physiol. norm. et path. 1874.

2) Remarks on the recent observations of Kühne and Kölliker upon the termination of the nerves in voluntary muscles. Beale's Archives of Medicine. 1863.

3) Leçons sur l'histologie du système nerveux. T. II. p. 349.

griff so gut wie gar nicht. Die Operation der Nervendurchschneidung wurde stets nur an einem Beine des Thieres gemacht, um gesunde und kranke Seite miteinander vergleichen zu können. Zur Untersuchung der Muskelfasern wurde einerseits Ranvier's Pikrocarmin-Osmiumsäure (resp. Bismarkbraun), andererseits die schon beschriebene Goldmethode verwandt. Um jedoch Artefacte auszuschliessen, wurde stets auch in Kochsalzlösung und Drittelalkohol untersucht.

Wir verfolgen zunächst die Degeneration der Endplatte bei der italienischen Eidechse und zwar mittelst der Pikrocarmin-Osmiumsäure, controlirt durch Drittelalkohol und Kochsalzlösung. Der ganze Process der Degeneration ist hier ein ungleich langsamerer als bei den Warmblütern und lässt sich deshalb auch viel leichter in seine einzelnen Phasen zerlegen. In den ersten Tagen nach der Nervendurschschneidung bemerken wir an den Kernen der Endplatte keinerlei Veränderung. Dann werden die *Noyaux fondamentaux*, ohne dass ich eine bedeutendere Vergrösserung hätte constatiren können, unregelmässig und verlieren ihr Kernkörperchen. Endlich verschwinden dieselben und es kommt eine Periode, wo die Endplatte nur mehr granulirte Kerne enthält. Das Verschwinden der *Noyaux fondamentaux* erfolgt ganz gesetzmässig. Zu einer Zeit nämlich, wo man an der Peripherie der Endplatte noch wohl erhaltene *Noyaux fondamentaux* sieht, sind dieselben im Centrum derselben längst verschwunden. Mit dem Verschwinden der *Noyaux fondamentaux* hält eine Vermehrung der granulirten Kerne gleichen Schritt, welche erst von dem Momente ab, wo alle *Noyaux fondamentaux* verschwunden sind, aufhört. Es ist mir persönlich zweifellos, dass es sich hierbei um eine Zellenvermehrung von Seiten der schon vorher granulirten Kerne und nicht um eine Umwandlung der *Noyaux fondamentaux* in granulirte Kerne handelt. Die Degenerationsvorgänge bei den Warmblütern liefern hierfür einen sicheren Beleg. Der Zeitpunkt, wo in der ganzen Endplatte keine *Noyaux fondamentaux* mehr zu finden sind, lässt sich nicht genau bestimmen, jedenfalls dauert es aber sehr lange, bis die Degeneration so weit gediehen ist. So konnte ich beispielsweise in einzelnen Fällen blassrothe unregelmässige Kerne in der äussersten Peripherie der Endplatte noch dreissig Tage nach der Durchschneidung des Nervus ischiadicus constatiren. Die Degeneration der granulirten Kerne geht in ganz analoger Weise vor sich, wie die der nicht granulirten. Auch sie verschwinden vom Centrum der Endplatte ab nach der Peripherie zu. Weiter als bis zu dem 60. Tage nach der Nervendurchschneidung habe ich die Degeneration der Endplatte mit Pikrocarmin-Os-

miumsäure nicht verfolgt, da zu dieser Zeit die Terminalfaser ganz marklos wird, ein Umstand, der die Deutung dessen, was man vor sich hat, sehr erschwert. Die graue granulirte Masse habe ich während dieser ganzen Zeit unverändert gefunden. Die Figuren 7 und 8 zeigen Endplatten der Eidechse am 10. und 60. Tage nach der Durchschneidung des Nervus ischiadicus und bedürfen keiner weiteren Erklärung.

Zum Studium der Degenerationsvorgänge an der marklosen Endverästelung der Terminalfaser blieb mir nichts Anderes übrig, als dass ich mich der früher angegebenen Goldmethode bediente. Eine Untersuchung in Drittelalkohol wäre allerdings vorzuziehen gewesen; derselbe hatte mich aber, wie schon bemerkt, stets im Stich gelassen, während mir die Goldmethode constant günstige Resultate gab. Ich bin mir wohl bewusst, dass man mir in dieser Beziehung mit einem gewissen Misstrauen entgegenkommen wird, da man der Vergoldungsmethode eine gewisse Launenhaftigkeit in Bezug auf ihr Gelingen nicht absprechen kann. Andererseits habe ich aber stets gesunde und kranke Seite mit einander verglichen, und da ich auf der gesunden Seite stets Bilder bekam wie Figur 1—3, so nehme ich keinen Anstand, das, was sich auf der kranken Seite anders darstellte, für wirklich pathologisch und für kein Artefact zu erklären. Die Resultate, welche mir die Vergoldungsmethode in Bezug auf die Degeneration der Endplatte ergeben hat, fassen sich kurz in Folgendem zusammen: Zehn Tage nach der Durchschneidung des Nervus ischiadicus (manchmal schon einen Tag früher) findet sich in den Endplatten des Muse. gastrocnemius keine marklose Endverästelung mehr, sondern an ihrer Stelle ein krümeliger, je nach der Einwirkung des Goldes heller oder dunkler gefärbter Detritus. Die Terminalfaser dagegen kann man noch gut bis zu ihrem Heraustritt an das Sarkolemm verfolgen. Mehr wage ich nicht zu behaupten, da die Goldmethode die Endverästelung an und für sich nicht so unverändert lässt, dass man feinere pathologische Veränderungen mit Hülfe derselben erkennen könnte. Für mich persönlich ist dadurch der deutlichste Beweis geliefert, dass die Goldbilder keine Artefacte sind, wie es Wolff behauptet hat.

Was endlich die Terminalfaser betrifft, so sieht man dieselbe zehn Tage nach der Nervendurchschneidung in voller Degeneration (s. Figur 7), während sich das periphere durchschnittene Nervenende erst im Beginn derselben befindet, wie man sich durch einen Vergleich beider überzeugen kann. Ist dies schon bei der Eidechse der

Fall, so wird es noch viel anschaulicher beim Meerschweinchen, bei dem der ganze Degenerationsvorgang ungleich acuter verläuft. Hier kann man sich durch einfachen Zusatz von Kochsalzlösung, sobald man Gelegenheit hat, die Terminalfaser von ihrem Ende an der Muskelfaser genügend weit nach aufwärts zu verfolgen, überzeugen, dass die letztere zu einer Zeit schon in vollster Degeneration begriffen ist, wo das periphere durchschnittene Ende noch nicht die Spuren einer Degeneration zeigt. Am besten eignen sich hierzu Präparate vom zweiten Tag nach der Durchschneidung des Nervus ischiadicus. Zu dieser Zeit ist aus der Terminalfaser der grösste Theil des Myelins verschwunden und nehmen die Kerne des interannulären Segmentes schon den ganzen Durchmesser der Nervenfaser ein. Je weiter man nach aufwärts kommt, desto mehr nehmen die Zeichen der Degeneration ab, und wenn man das periphere durchschnittene Nervenende untersucht, so kann man die Fasern desselben von normalen Nervenfasern nicht unterscheiden. Zu der gleichen Zeit haben die *Noyaux fondamentaux* bereits ihre regelmässige Gestalt und ihr Kernkörperchen verloren und sind um mehr als das Doppelte vergrössert. Es trifft dies hauptsächlich für die central gelegenen Kerne zu, während die peripherischen sich noch viel mehr dem Normalen nähern. An den granulirten Kernen konnte ich um diese Zeit noch keine wesentliche Aenderung finden.

Von einer Untersuchung der marklosen Endverästelung der Terminalfaser habe ich beim Meerschweinchen abstehen müssen, da mir hier das Gold schon unter normalen Verhältnissen keine constanten Resultate lieferte; es dürfte aber nach Analogie der Eidechse beim Meerschweinchen schon zwei Tage nach der Durchschneidung des zugehörigen Nerven keine Endverästelung mehr vorhanden sein.

Dies sind die allerdings nach vielen Richtungen hin unvollständigen Resultate meiner Untersuchungen über das Verhalten der Nervenendplatten nach der Durchschneidung der Nervenstämme. Für ihre Unvollständigkeit möge die Subtilität des Themas zur Entschuldigung dienen, und wenn ich es wage, sie so der Oeffentlichkeit zu übergeben, so geschieht es in der Hoffnung, dass spätere berufenere Autoren der motorischen Nervenendplatte, die vielleicht auch bei den noch ganz unklaren histologischen Vorgängen bei der Nervendehnung eine Rolle spielt, ihr volles Recht in Physiologie und Pathologie verschaffen werden.

Die Gesammtergebnisse dieser Arbeit lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Es gibt eine marklose Endverästelung der Terminalfaser;

2. dieselbe endigt innerhalb des Sarkolemms;

3. die Kerne der Endplatte zerfallen in oberflächlich gelegene, granulirte und in tiefer gelegene, nicht granulirte mit deutlichem Kernkörperchen;

4. die Degeneration des Nervengewebes nach der Durchschneidung der Nervenstämme beginnt in der Endplatte, und zwar zuerst in der marklosen Endverästelung und den *Noyaux fondamentaux* und greift von da auf die Terminalfaser und zuletzt auf die Nervenstämme über.

Erklärung der Abbildungen.

(Tafel I—IV.)

Figur 1. Endplatte der italienischen Eidechse mit Osmiumsäure und Gold behandelt. (Schwache Vergoldung.) Normal. Acht granulirte Kerne der Endplatte sichtbar. Die verschiedene Färbung von Terminalfaser und Endverästelung nicht dargestellt.

Figur 2. Desgleichen (Profilansicht). Terminaler Axencylinder ausnahmsweise nicht gequollen.

Figur 3. Desgleichen. Starke Vergoldung. Normal.

Figur 4. Endplatte der Eidechse. Querschnitt. Normal.

Figur 5 und 6. Zwei Endplatten der italienischen Eidechse mit Osmiumsäure und Pikrocarmin behandelt. Dunkelroth gefärbte Kerne und helle nicht granulirte mit Kernkörperchen. Erstere manchmal letztere deckend (Figur 6). In Figur 5 drei blasse unregelmässige Kerne ohne Kernkörperchen.

Figur 7. Endplatte der italienischen Eidechse (M. gastrocnemius) 10 Tage nach der Durchschneidung des Nervus ischiadicus. Osmiumsäure-Pikrocarmin. Terminalfaser in voller Degeneration. *Noyaux fondamentaux* nur mehr an der äussersten Peripherie. Granulirte Kerne vermehrt.

Figur 8. Desgleichen 60 Tage nach der Durchschneidung des N. ischiadicus. Von der Terminalfaser nur mehr zwei Myelinkugeln sichtbar. Keine *Noyaux fondamentaux* mehr sichtbar. Granulirte Kerne nur mehr in der äussersten Peripherie.

Figur 9. Endplatte des Meerschweinchens mit Osmiumsäure und Gold behandelt. Normal. Gleicher Typus der Endverästelung wie bei der Eidechse.

Figur 10. Endplatte des Meerschweinchens mit Osmiumsäure-Bismarkbraun behandelt. Normal.

Figur 11. Endplatte des Meerschweinchens (M. gastrocnemius) mit Osmiumsäure-Bismarkbraun behandelt. 2 Tage nach Durchschneidung des N. ischiadicus Terminalfaser in Degeneration. *Noyaux fondamentaux* im Centrum der Endplatte bedeutend vergrössert, in der Peripherie noch fast normal.

Die Querstreifung der Muskeln ist an sämmtlichen Abbildungen der Deutlichkeit halber nicht wiedergegeben. Sämmtliche Zeichnungen sind mit dem Zeichenprisma aufgenommen.

Fig. 1.

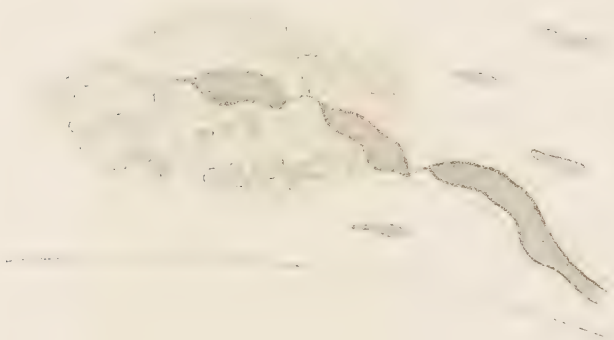


Fig. 2.

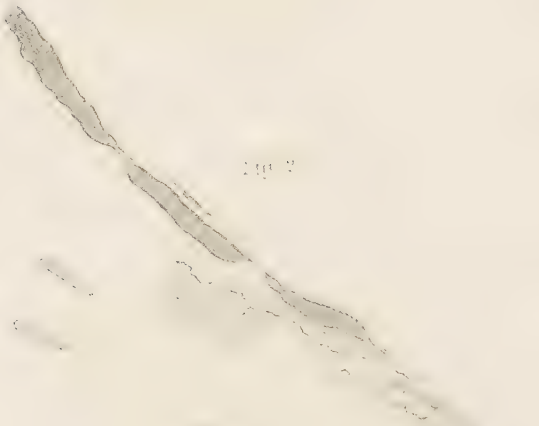
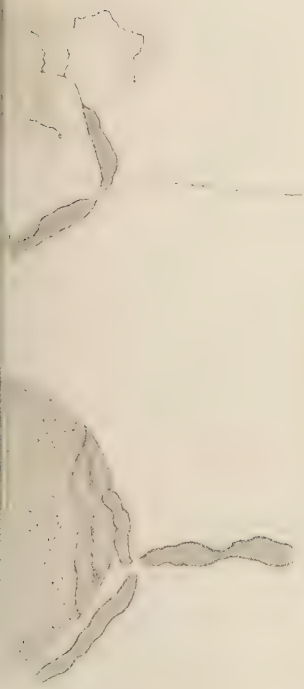
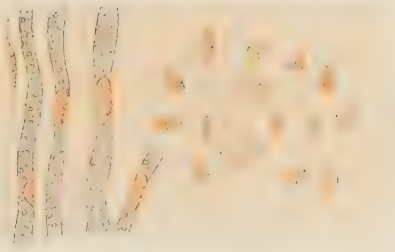


Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.





Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Fig. 5.

Fig. 8.

Fig. 6.

R. in Leipzig

Lith. Anst. v. J.G. Bach, Leipzig.